実験トランジスタ・アンプ設計講座

黒田 徹

●実用技術編

6BM8という球

中学生のころ，6BM8という複合管があることを知りました．シングル・アンプならば2本の6BM8でステレオにできるので，いつか製作してみたいと思いつつ，50年以上過ぎました．

さて問題は，現在6BM8が入手できるか？という点ですが，2本組が5000円前後で販売されているようです．思いのほか高価なのが驚きです．しかしAmazonや共立電子でも売られているので，入手性は問題ないでしょう．

さらにロシア製の互換球6F3PがeBayで買えます．送料込で2本組×2が4000円程度です．eBayでは日本製や米国製の6BM8も多数の出品があります．価格は多くの場合米ドルです．円建て価格は日々変動しますが，円高になった時点で買えば安く買えます．配送料が10ドルほど必要ですが，配送料が不要の商品もあります．PayPalで払えばクレジット・カード情報が出品者に漏れることはないのでPayPalに登録しておくのがよいでしょう．

6BM8を3結で使う

6BM8の端子接続を**第1表**に示します．使いやすそうです．

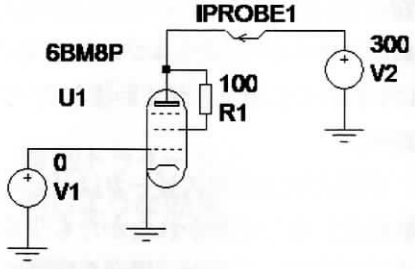
今回は5極出力管を3結で使います．問題は最大定格で，**第1表**に示すように，プレート電圧は300Vありますが，Sg電圧は200Vです．Sg電圧の定格を考慮して電源電圧を200Vにすると，最大出力が小さくなってしまいます．

(1) 3結時の出力特性

第1図の回路で出力特性をシミュレーションしました．6BM8のデバイス・モデルは中林歩氏の作成されたものを使いました．結果を**第2図**に示します．

①電源電圧＝200Vの場合：B級P.P.を仮定してRL＝2kΩの負荷線を引くと，Eg＝0との交点の座標は**第2図**より(70V，64mA)ですから，

$$\text{最大出力} = (200-70)\times\frac{0.064}{2} = 4.16$$

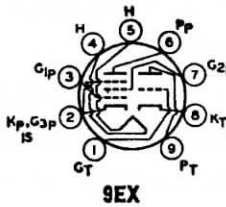


〈第1図〉出力特性をシミュレーションした回路

6BM8/ECL82

50BM8/UCL82

HIGH-MU TRIODE—POWER PENTODE



9EX

Miniature type used in color and black-and-white television receiver applications. The pentode unit is used as an audio output tube, and the triode unit as an oscillator and af voltage amplifier. Outlines section, 6G; requires miniature 9-contact socket. Type 50BM8/UCL82 is identical with type 6BM8/ECL82 except for heater ratings.

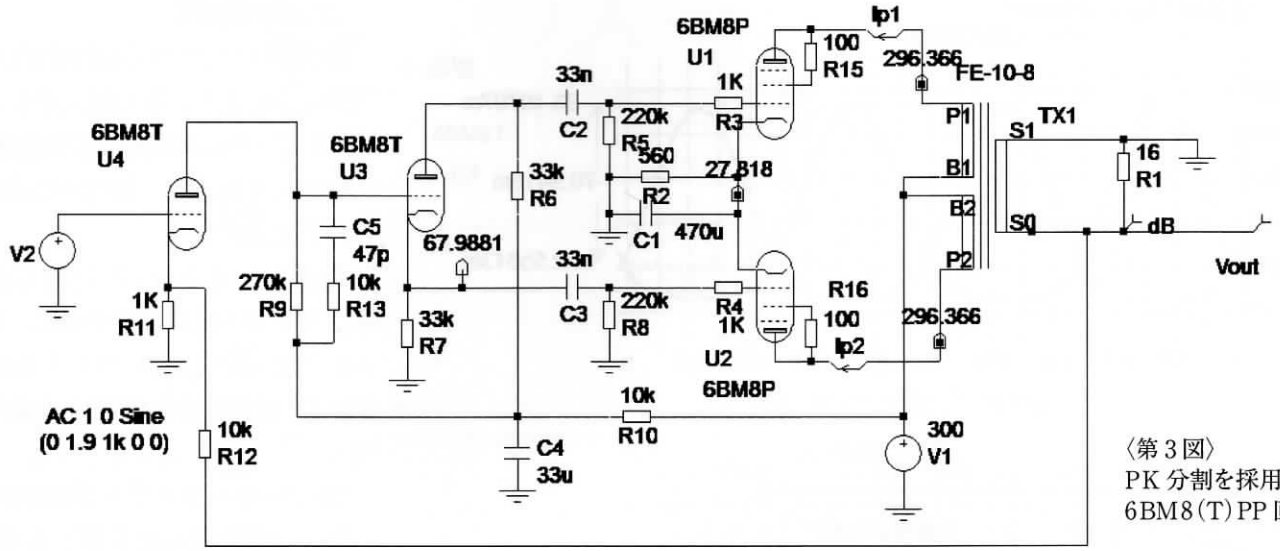
	6BM8/ECL82	50BM8/UCL82	
Heater Voltage	6.3	50	volts
Heater Current	0.78	0.1	ampere
Peak Heater Cathode Voltage	100 max	±200 max	volts

Class A_1 Amplifier

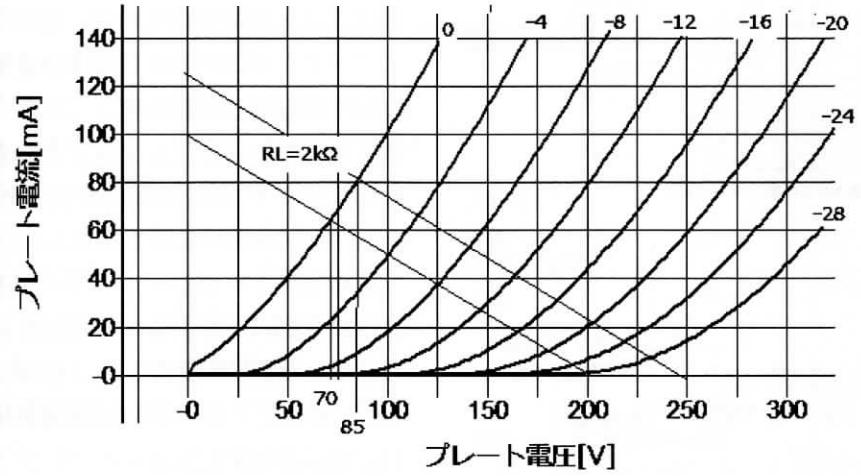
MAXIMUM RATINGS (Design-Center Values)	Triode Unit	Pentode Unit	
Plate Supply Voltage	550	900	volts
Plate Voltage	300	600	volts
Grid-No.2 Supply Voltage	—	550	volts
Grid-No.2 Voltage	—	300	volts
Cathode Current	15	50	mA
Plate Dissipation	1	7	watts
Grid-No.2 Input	—	1.8	watts
CHARACTERISTICS			
Plate Voltage	100	200	volts
Grid-No.2 Voltage	—	200	volts
Grid-No.1 Voltage	0	−16	volts
Amplification Factor	70	9.5*	
Plate Resistance (Approx.)	—	0.02	megohm
Transconductance	2500	6400	μmhos
Plate Current	3.5	35	mA
Grid-No.2 Current	—	7	mA
MAXIMUM CIRCUIT VALUES			
Grid-No.1-Circuit Resistance:			
For fixed-bias operation	1	1	megohm
For cathode-bias operation	2	2	megohms

* Grid No.2 to Grid No.1

〈第1表〉6BM8の定格および電気的特性

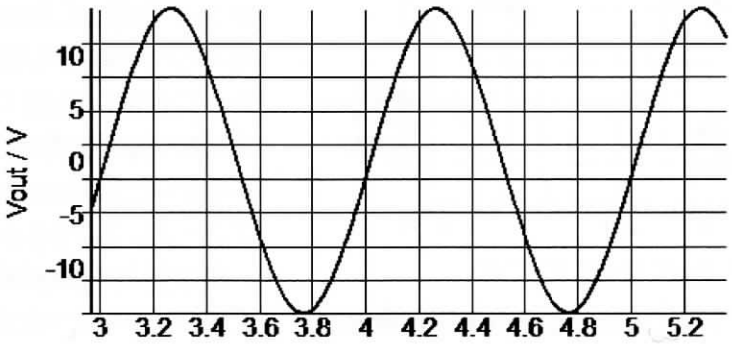


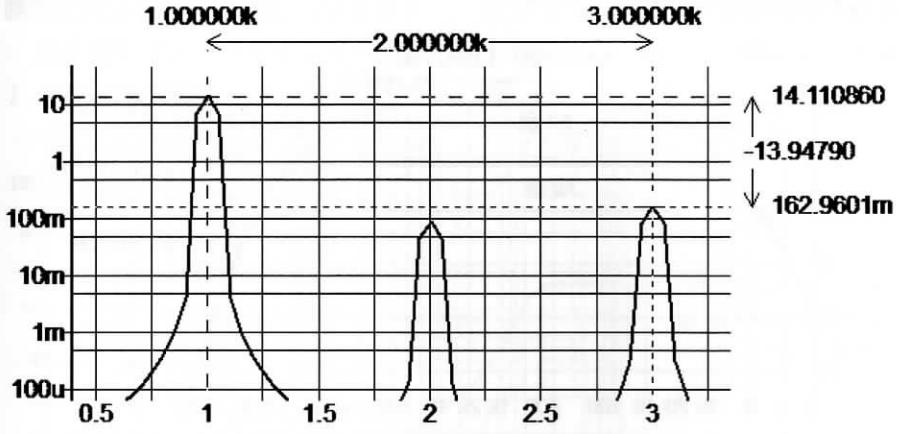
〈第3図〉
PK 分割を採用した
6BM8(T)PP 回路



〈第2図〉5極部を3結にしたときの負荷と動作点

〈第4図〉
1kHz 入力時の
出力電圧波形





〈第5図〉上の出力電圧波形のフーリエ解析

すなわち4.16Wです.

②電源電圧=250Vの場合：負荷線とEg=0との交点は(85V, 80mA). よって,

$$\text{最大出力}=(250-85)\times\frac{0.08}{2}=6.6$$

すなわち6.6Wです.

Sgに250Vを印加して大丈夫だろうか, という疑問が残りますが, まずは回路をシミュレーションしてみましょう.

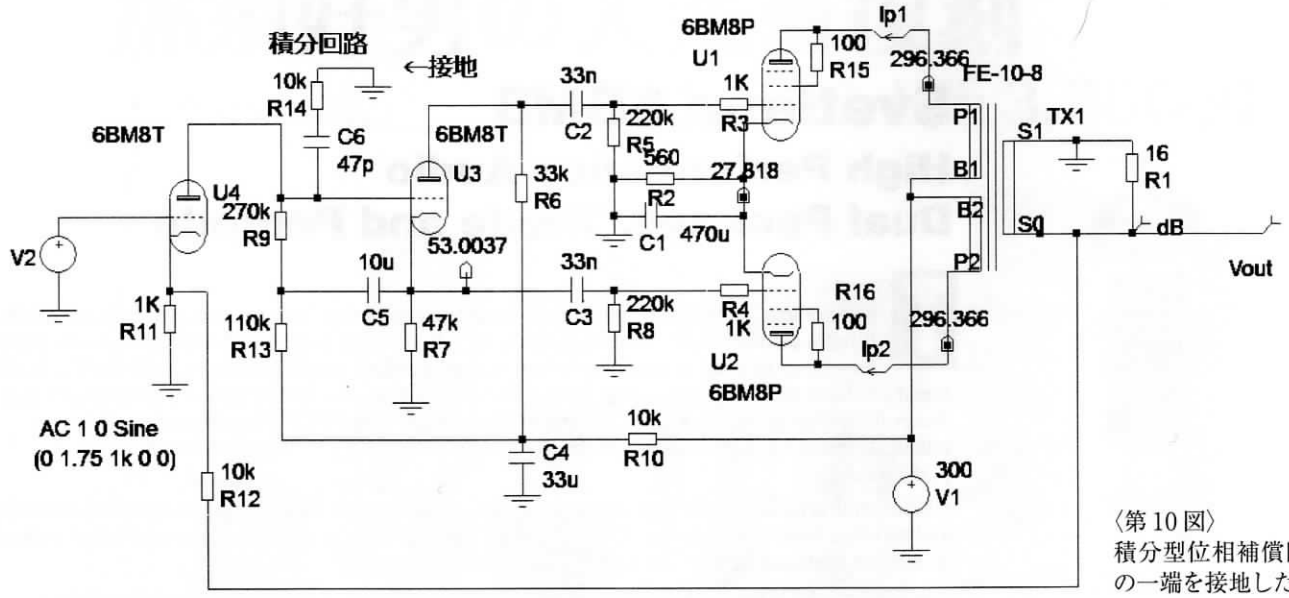
(2) PK 分割位相反転を用いた回路

第3図の回路を構成してみました.

出力段のB電圧は300Vですが, 出力トランスの巻線抵抗のためプレート電圧は約296Vです. ちなみに出力トランスはタンゴのFE10-8です(Zp=8kΩ). 回路図では2次側は16Ω端子のみですが, 実際には4Ωや8Ω端子もあります. 出力管の自己バイアス・カソード電圧は約28Vです. よって出力管のプレート・カソード間電圧は約268Vです.

片ピーク電圧1.9V1kHzのサイン波を印加したときのトランス2次側の出力電圧波形を**第4図**に, このときの出力電圧のFFTを**第5図**に示します.

1kHz 成分：14.11V
3kHz 成分：162.96mV
ですから, 3次ひずみ率=1.15%



〈第10図〉
積分型位相補償回路の一端を接地した

償も必要です.

なぜ，これほどC6の値を増やさないと安定にならないのか，その理由がわかりませんでした．しかしよく考えると，積分型位相補償回路にもブート・ストラップが作用してインピーダンスが上がってしまうためでした．そこで**第10図**のように積分型補償回路の一端を接地してみました．C6の値も47pFに戻しました.

すると，微分型位相補償なしで**第11図**の周波数特性になりました.

(6) 第10図アンプのひずみ率

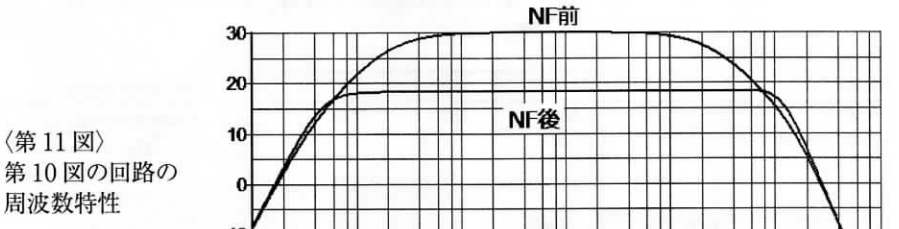
このアンプに1.75V1kHzのサイン波を印加したときの出力電圧のFFTを**第12図**に示します.

1kHz成分：14.3V

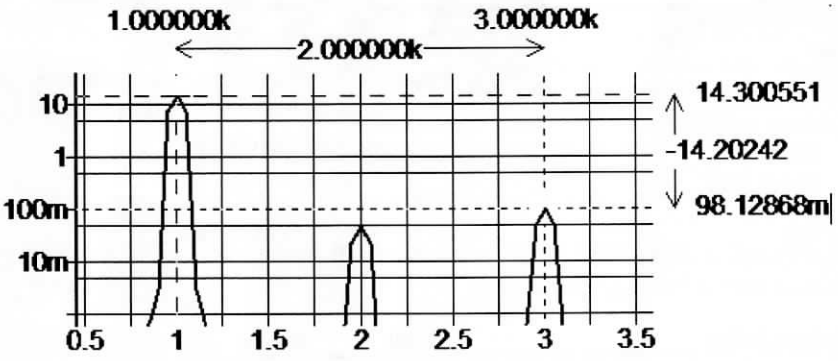
3kHz成分：98.1mV

ですから，3次ひずみ率=0.69%です.

第3図のアンプの3次ひずみ率が1.15%でしたから，ブート・ストラップによる改善が実現したといえるでしょう．1%をわずかに下回る程度ですから，低ひずみとは呼べないものの，実用的には問題ないでしょう.



〈第11図〉
第10図の回路の周波数特性

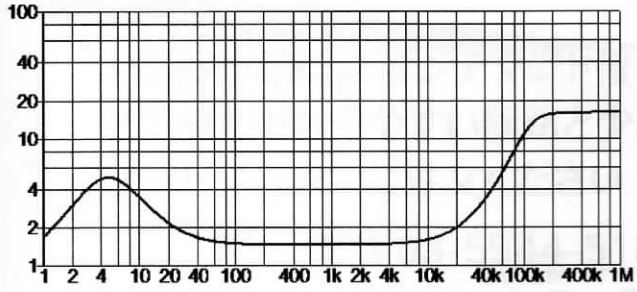


〈第12図〉第6図の回路の1kHz出力電圧のフーリエ解析

(7) 出力インピーダンス

第13図に出力インピーダンス対周波数特性を示します.

20Hz～20kHzにおいて2Ω以下，100Hz～10kHzにおいて約1.5Ωです．帰還量が12dBそこそこなので，こんなものでしょう．このアンプでどのような音が出るか，実際に製作したいものですが，シャーシ加工が面倒なので，おいそれとは行きません．諸兄の製作を期待します.



〈第13図〉
第10図の回路の出力インピーダンス特性